Sujet de stage MASTER Recherche
Irstea Aix-en-Provence

Sujet : Evaluation de la vulnérabilité des retenues d'altitude[1] vis-à-vis de l'aléa sismique : comparaison des méthodes pseudo-statique, pseudo-dynamique, dynamique.

Lieu du stage : Irstea Aix-en-Provence, 3275 route de Cézanne, Le Tholonet.

Organisme d'accueil : Irstea, unité de recherche « ouvrages hydrauliques et hydrologie », Aix en Provence.
Contact : Sébastien MERCKLE ; tel : 04 42 66 99 16 ; courriel : sebastien.merckle@irstea.fr

Partenaires du projet :

- Regione PIEMONTE et Ecole Polytechnique de Turin (Italie) [en cours de finalisation]
- ISTerre (Institut des Sciences de la Terre, Grenoble) [en cours de finalisation]

Contexte du sujet de recherche et objectifs du stage :

Le sujet s'inscrit dans le cadre d'un projet européen de recherche & développement INTERREG[2] – ALCOTRA[3] sur la période 2013-2014. Ce projet de recherche, intitulé « RISBA », porte sur les risques liés aux barrages.

Le présent stage porte sur la question de la vulnérabilité des barrages (de type retenue d'altitude) vis-à-vis de l'aléa sismique. Il vise :

- à comparer les différentes méthodes d'évaluation du comportement de ces ouvrages, selon des approches de complexité croissante utilisées dans l'ingénierie des barrages :
  - méthode pseudo-statique [calcul à l'équilibre limite] ;
  - méthodes pseudo-dynamiques [Seed et Makdisi, Ambrasey et Menu,…] ;
  - calcul dynamique temporel [code aux éléments finis, modèle linéaire-équivalent] ;
- en s'attachant à tenir compte des spécificités liées :
  - aux caractéristiques de la sollicitation sismique en secteur alpin franco-italien, qui fait partie de la zones d'aléa sismique le plus élevé de France métropolitaine ;
  - aux caractéristiques géométriques de ces ouvrages (remblais de 10 à 20 m de hauteur, talus à pentes fortes) ;
  - aux caractéristiques des matériaux constitutifs des remblais (matériaux grossiers).

[1] Les retenues d'altitude sont des ouvrages implantés généralement dans les stations de ski pour la production de neige de culture. Il s'agit d'ouvrages en déblai-remblai, totalement étanchés par géomembrane. La hauteur du remblai peut s'élever jusqu'à une vingtaine de mètres, pour un volume d'eau stocké de l'ordre de 100 000 à 400 000 m^3.
[2] Programme de recherche européen, visant à promouvoir la coopération entre les régions européennes
[3] Alpes Latines COopération TRAnsfrontalière – France-Italie (Alpes)

Le stage comprendra :

1. une phase de recherche bibliographique sur les principes et hypothèses fondatrices des différentes méthodes de calcul mises en œuvre ;

2. une phase d'analyse de données portant sur :
   - l'aléa sismique à prendre en compte ;
   - la caractérisation des propriétés des matériaux, en exploitant les résultats d'une campagne d'investigation basée sur des méthodes géophysiques (par ex. mesures H/V de bruit de fond sismique pour l'évaluation du comportement dynamique du remblai, mesures en réseau pour établir un profil de V_S,…), des essais in-situ (par ex. profils pressiométriques), des prélèvements pour identification des matériaux et essais au laboratoire.

   Cette phase permettra notamment de faire un retour sur les méthodes d'investigations utilisables au vu des matériaux en présence et des paramètres que l'on cherche à évaluer, la complémentarité entre les méthodes, leurs limites,… ;

3. une phase d'ingénierie qui visera à réaliser des calculs de stabilité selon les différentes approches possibles (pseudo-statique, pseudo-dynamique, dynamique). Un ou deux ouvrages réels seront étudiés en guise de cas d'application, et des analyses de sensibilité seront menées pour évaluer l'importance respective de différents paramètres d'entrée.
   Cette partie du stage sera l'occasion d'utiliser divers logiciels, dont ceux de la suite GEOSTUDIO 2012, d'usage courant en ingénierie géotechnique et dans le domaine des barrages en remblai :
   - SLOPE pour le calcul pseudo-statique ;
   - SEEP, SIGMA, QUAKE pour le calcul dynamique.

   D'autres codes de calculs spécialisés seront également mis en œuvre pour réaliser les calculs dynamiques temporels.

4. la contribution à la rédaction d'un rapport technique à l'attention des bureaux d'études, des agents chargés du contrôle et des services techniques des maîtres d'ouvrages de retenues d'altitude.

Compétences attendues : géotechnique, dynamique, calcul aux éléments finis, bon niveau de lecture en anglais (bibliographie, mode d'emploi logiciels).

Gratification : de l'ordre de 436 € net/mois sur 5 à 6 mois (variations possibles du montant mensuel en fonction des évolutions de la réglementation).

* * *
* *
*